

COMPARAÇÃO ECONÔMICA DE SISTEMAS DE ROTAÇÃO DE CULTURAS PARA A REGIÃO DO PLANALTO MÉDIO DO RS

ECONOMICAL COMPARISON OF CROP ROTATION SYSTEM FOR THE REGION OF THE PLANALTO MÉDIO OF RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL

SANTOS, Henrique Pereira dos¹; AMBROSI, Ivo¹; LHAMBY, Julio Cesar Barreneche; SCHNEIDER, Guido A.²

RESUMO

De 1987 a 1995, foram avaliados sete sistemas de rotação de culturas. Os tratamentos foram constituídos por: sistema I (trigo/soja); sistema II (trigo/soja e ervilhaca/milho); e sistema III (trigo/soja, aveia/soja e ervilhaca/milho); sistema IV (trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho, de 1987 a 1989, e trigo/soja, girassol, aveia branca/soja e ervilhaca/milho, de 1990 a 1995); sistema V (trigo/soja, trigo/soja, aveia/soja e ervilhaca/milho); sistema VI (trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho, de 1987 a 1989, e trigo/soja, trigo/soja, girassol/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho, de 1990 a 1995); e sistema VII (pousio de inverno/soja, de 1990 a 1995). Foram aplicados à receita líquida dos sistemas dois tipos de análise: análise da média variância e análise de risco. De 1987 a 1989, pela análise da média variância, os sistemas IV e VI apresentaram receitas líquidas superiores às dos sistemas I, II, III e V. De 1990 a 1995, pelo método da dominância estocástica, o sistema IV mostrou ser a melhor alternativa de produção, dos pontos de vista de rentabilidade e de menor risco.

Palavras-chave: custos, receita líquida, média variância, dominância estocástica, sistema de produção.

INTRODUÇÃO

Pelo que tem sido estudado, as culturas de verão são as que mais têm propiciado retorno econômico (DIJKSTRA, 1993). Por outro lado, as culturas de inverno não têm sido devidamente valorizadas, principalmente em relação à sua comercialização, como, por exemplo, a cultura de trigo, motivo pelo qual tem diminuído consideravelmente sua área de plantio.

Com o advento do plantio direto, as culturas não podem ser vistas separadamente, mas, sim, na forma de sistemas de produção de grãos ou de rotação de culturas (SANTOS et al., 1993). Além disso, para compor os denominados sistemas de produção, existe a necessidade de espécies de cobertura de solo e de adubação verde (DERPSCH, 1985).

Na avaliação de sistemas de produção, além da análise econômica, passa a interessar o risco que determinada tecnologia possa propiciar aos agricultores (PORTO et al.,

1982). Essas informações não estão vinculadas somente à rentabilidade, mas, igualmente, ao risco a que o agricultor estará se expondo com sua adoção.

Dentro dessa idéia, a análise econômica pode ser obtida por meio de diversas alternativas (CRUZ, 1986). Relacionando ao risco, CRUZ (1984) destaca a análise da média variância e a de risco (distribuição da probabilidade acumulada e dominância estocástica). A dominância estocástica leva em conta toda a distribuição cumulativa dos retornos de cada tratamento.

No que tange esse tipo de análise, existem relativamente poucos trabalhos no Brasil, com sistemas de produção de grãos, envolvendo a cultura de trigo. No trabalho realizado por SANTOS et al. (2000) com sistemas de rotação de culturas para trigo, sob plantio direto, para a região de Guarapuava, PR, os autores, através de análise da média variância, separaram dois sistemas como os mais rentáveis. Pela análise da distribuição da probabilidade acumulada, destacaram-se os sistemas trigo/soja e ervilhaca/milho, de 1984 a 1989, e trigo/soja e aveia branca/soja, de 1990 a 1993, na baixa e alta probabilidade. Estes foram também os sistemas mais rentáveis e os de menor risco pela análise da dominância estocástica.

No estudo desenvolvido por SANTOS et al. (1999), utilizando a análise da média variância, na região de Passo Fundo, RS, de 1980 a 1989, com as culturas estabelecidas em preparo convencional de solo, no inverno, e sob plantio direto, no verão, foram separados dois sistemas (II: trigo/soja, colza/soja, cevada/soja e leguminosa/milho e IV: trigo/soja, colza/soja, linho/soja e leguminosa/milho) como os mais rentáveis. Pela análise da dominância estocástica, o destaque foi para o sistema trigo/soja, colza/soja, cevada/soja e leguminosas/milho. No trabalho realizado por AMBROSI et al. (2001), de 1990 a 1995, com sistemas mistos (lavoura + pecuária), para a mesma região, sob plantio direto, só foi possível separar os sistemas através da dominância estocástica. O sistema mais rentável e de menos risco foi trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a lucratividade e o risco de sistemas de rotação de culturas incluindo a

¹ Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), Caixa Postal 451, 99001-970 Passo Fundo (RS). E-mail: hpsantos@cnpt.embrapa.br; E-mail: ambrosi@cnpt.embrapa.br; E-mail: Lhamby@cnpt.embrapa.br.

² Caixa Postal 566, CEP 99001-970 Passo Fundo (RS), ex Bolsista CNPq-IC.

(Recebido para publicação em 11/12/2001)

seqüência trigo sobre trigo, até o momento não avaliado na região do Planalto Médio do RS.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados usados neste trabalho foram obtidos do experimento de sistemas de rotação de culturas instalado na Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), em Passo Fundo, RS, de 1987 a 1995, em solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico (EMBRAPA, 1999). A área experimental vinha sendo cultivada com trigo, no inverno, e com soja, no verão.

Os tratamentos consistiram de sete sistemas de rotação de culturas: sistema I (trigo/soja); sistema II (trigo/soja, de 1987 a 1989, e trigo/soja e ervilhaca/milho ou sorgo, de 1990 a 1995); sistema III (trigo/soja, aveia preta ou aveia branca e

ervilhaca/milho ou sorgo); sistema IV (trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho, de 1987 a 1989, e trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho, de 1990 a 1995); sistema V (trigo/soja, trigo/soja, aveia preta ou aveia branca e ervilhaca/milho ou sorgo); sistema VI (trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho, de 1987 a 1989, e trigo/soja, trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo, de 1990 a 1995); e sistema VII (pousio de inverno/soja, de 1990 a 1995) (Tabela 1). As culturas de inverno foram estabelecidas sob preparo convencional de solo, e as de verão, sob plantio direto. Em 1990, foram adicionadas duas parcelas por bloco, para completar o sistema II, que era trigo/soja, ficando trigo/soja e ervilhaca/milho e para pousio de inverno antecedendo a cultura de soja (sistema VII).

TABELA 1 - Sistemas de rotação de culturas com espécies de inverno e de verão

Sistema de rotação	Ano									
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
Sistema I	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	
Sistema II	T/S	T/S	T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	E/So	T/S	
				T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	E/So	
Sistema III	T/S	Ap/S	E/M	T/S	Ab/S	E/M	T/S	Ab/S	E/So	
	Ap/S	E/M	T/S	Ab/S	E/M	T/S	Ab/S	E/So	T/S	
	E/M	T/S	Ap/S	E/M	T/S	Ab/S	E/M	T/S	Ab/S	
Sistema IV	T/S	Ab/S	L/S	E/M	T/S	Gir	Ab/S	E/So	T/S	
	Ab/S	L/S	E/M	T/S	Gir	Ab/S	E/M	T/S	Ap/S	
	L/S	E/M	T/S	Gir	Ab/S	E/M	T/S	Ap/S	Ab/S	
	E/M	T/S	Ab/S	Ab/S	E/M	T/S	Ap/S	Ab/S	E/So	
Sistema V	T/S	T/S	Ap/S	E/M	T/S	T/S	Ab/S	E/So	T/S	
	T/S	Ap/S	E/M	T/S	T/S	Ab/S	E/M	T/S	T/S	
	Ap/S	E/M	T/S	T/S	Ab/S	E/M	T/S	T/S	Ab/S	
	E/M	T/S	T/S	Ab/S	E/M	T/S	T/S	Ab/S	E/So	
Sistema VI	T/S	T/S	Ab/S	Ab/S	E/M	T/S	T/S	Ap/S	Ap/S	
	T/S	Ab/S	L/S	E/M	T/S	T/S	Ap/S	Ab/S	E/So	
	Ab/S	L/S	E/M	T/S	T/S	Gir	Ab/S	E/So	T/S	
	L/S	E/M	T/S	T/S	Gir	Ab/S	E/M	T/S	T/S	
Sistema VII	E/M	T/S	T/S	Gir	Ab/S	E/M	T/S	T/S	Ap/S	
	-	-	-	P/S	P/S	P/S	P/S	P/S	P/S	

Ab = aveia branca; Ap= aveia preta; E = ervilhaca; Gir= girassol; L = linho; M = milho, P = pousio; S = soja; So = Sorgo; e T = trigo.

A adubação de manutenção foi realizada de acordo com a recomendação para cada cultura, (SOCIEDADE, 1995) e baseada nos resultados da análise de solo. As amostras de solo foram coletadas sempre após a colheita das culturas de inverno e de verão.

A semeadura, o controle de plantas daninhas e os tratamentos fitossanitários foram realizados de acordo com as recomendações para cada cultura, e a colheita foi realizada com automotriz especial para parcelas. O rendimento de grãos de aveia branca, girassol, milho, soja e trigo foram corrigidos para umidade de 13 %, e o de linho, para 10 %.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições. O tamanho de parcela foi de 30 m² (3 m de largura por 10 m de comprimento). No caso de aveia preta e de ervilhaca, de 1987 a 1993, foi considerada como rendimento a contribuição de 90kg de N/ha, como fixação biológica (AITA et al., 1994). De 1994 a 1995, o rendimento dessas espécies foi determinado em função de sua matéria seca x percentagem de N. Foi efetuada a análise de variância da média variância da receita líquida da média conjunta dos anos nos dois períodos, de 1987 a 1989 e de 1990 a 1995. A

análise de variância foi aplicada a esses dois períodos, devido à alteração no sistema II e à inclusão do sistema VII. A análise da média variância presume que o tomador de decisão escolha a alternativa que apresente menor variância, para uma mesma média, ou a alternativa que apresente maior média, para um nível de variância (PORTO, et al., 1982). As médias foram comparadas entre si, pela aplicação do teste de Duncan, em nível de 5 % de probabilidade de erro. Paralelamente, foi usado o programa à receita líquida o programa para computador denominado "Biorisco" ou "Pacta", que é baseado no critério de simetria de AMBROSI & FONTANELI (1994). Esse programa compara as alternativas, duas a duas, dos pontos de vista de rentabilidade e de risco (distribuição de probabilidade acumulada e dominância estocástica, conforme descrito por CRUZ (1980).

A partir dos dados de entradas de preços, rendimento de grãos e custos de cada alternativa, são geradas distribuições de probabilidade cumulativa dessas variáveis, mediante o processo de Monte Carlo, bem como a distribuição da receita líquida correspondente a cada alternativa. Com base nessas distribuições de probabilidade cumulativa (AMBROSI &

FONTANELI, 1994), são impressos os intervalos de preços, rendimento e receitas líquidas, com 5 % de probabilidade entre cada intervalo (twentiles). Esse princípio baseia-se no critério da "segurança em primeiro lugar", ou seja, qual a possibilidade de um dos tratamentos apresentar determinada renda líquida? O valor seria escolhido pelo tomador de decisão.

A análise da dominância estocástica ("pairwise") (CRUZ, 1984) leva em conta toda a distribuição cumulativa dos retornos de cada tratamento. Esse modelo tem a vantagem de reduzir consideravelmente o número de alternativas eficientes, porque dispõe de alto nível de discriminação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados da média variância, da distribuição de probabilidade acumulada da receita líquida (twentiles) e da dominância estocástica (pairwise) da receita líquida dos sistemas de rotação de culturas, dos dois períodos (de 1987 a 1989 e de 1990 a 1995), podem ser observados nas Tabelas 2 a 4.

No período 1987 a 1989, os sistemas IV (trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho-R\$ 491,51) e VI (trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho-R\$ 480,71) apresentaram valores de receita líquida por hectare superiores aos dos sistemas I (trigo/soja-R\$ 308,87), II (trigo/soja-R\$ 383,06), III (trigo/soja, aveia preta/soja e ervilhaca/milho-R\$ 318,05) e V (trigo/soja, trigo/soja, aveia preta/soja e ervilhaca/milho-R\$ 299,00) (Tabela 2). A explicação da diferença entre os sistemas estudados, pode ser devido que, nos sistemas I e II, havia monocultura trigo/soja e nos sistemas III e V, havia duas culturas de cobertura de solo (aveia preta e ervilhaca), o que diminuiu a receita líquida dos mesmos, em relação aos sistemas IV e VI. Desta maneira, os sistemas IV e VI, por apresentarem culturas produtoras de grãos em sua maior extensão, como componentes dos tratamentos, foram os rentáveis no ponto de vista agrícola do que os sistemas em monocultura ou que eram formados por duas culturas de cobertura de solo. SANTOS et al. (1999), trabalhando com sistemas de rotação de culturas para trigo, em solo com preparo convencional, no inverno, e sob semeadura direta, no verão, para a região de Passo Fundo, RS, obtiveram, em parte, resultados similares, ou seja, os sistemas II (trigo/soja, colza/soja, cevada/soja e leguminosas/milho - R\$ 725,33/ha) e IV (trigo/soja, colza/soja, linho/soja e leguminosas/milho - R\$ 705,48/ha) foram superiores aos sistemas I (trigo/soja - R\$ 433,75/ha) e III (trigo/soja, trevo vesiculoso/trevo vesiculoso e trevo vesiculoso/milho, de 1980 a 1983, e trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho, de 1984 a 1989 - R\$ 447,74/ha).

No período 1990 a 1995, não houve diferença significativa, ao nível de 5 % de probabilidade, entre as receitas líquidas por hectare dos sistemas I (trigo/soja-R\$ 307,75), II (trigo/soja e ervilhaca/milho-R\$ 388,79), III (trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho-R\$ 433,87), IV (trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho-R\$ 466,85), V (trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho-R\$ 459,00), VI (trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho-R\$ 461,97) e VII (pousio/soja-R\$ 323,00) (Tabela 2). Nesse segundo período, através da análise da média variância, não foi possível separar, entre os sistemas estudados, a melhor alternativa a ser oferecida aos agricultores. Resultados semelhantes foram obtidos por

SANTOS et al. (1998), com sistemas de rotação de culturas para triticales, sob plantio direto.

TABELA 2 - Média da receita líquida anual (R\$ ha⁻¹), em sistemas de rotação de culturas, no período de 1987 a 1989 e de 1990 a 1995. EMBRAPA-CNPT, Passo Fundo, RS

Sistema de rotação*	Média da receita líquida 1987 a 1989	Desvio padrão
Sistema I	308,87 b	94,30
Sistema II	383,06 b	94,74
Sistema III	318,05 b	147,26
Sistema IV	491,51 a	186,32
Sistema V	299,00 b	115,52
Sistema VI	480,71 a	169,40
	Média de receita líquida 1990 a 1995	Desvio padrão
Sistema I	307,75 ns	257,10
Sistema II	388,79	318,28
Sistema III	433,87	275,26
Sistema IV	466,85	245,75
Sistema V	459,00	294,89
Sistema VI	461,97	262,95
Sistema VII	323,00	192,03

*Conforme Tabela 1.

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não apresentam diferenças significativas, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Duncan.

ns: não significativo, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Duncan.

O estudo da receita líquida através da média variância, às vezes, não permite a melhor tomada de decisão, servindo apenas para quantificar a rentabilidade de cada sistema. Para auxiliar na tomada de decisão, pode ser empregada a análise da distribuição de probabilidade acumulada da receita líquida. O dado da Tabela 3 foi gerado a partir da distribuição completa de probabilidade acumulada da distribuição normal dentro de cada sistema.

Na análise da distribuição de probabilidade acumulada da receita líquida (Tabela 3) do período 1987 a 1989, o sistema II (trigo/soja) mostrou, na baixa probabilidade de risco (5 %), maior renda líquida por hectare (R\$ 235,30) do que os sistemas I (trigo/soja-R\$ 161,78), III (trigo/soja, aveia preta/soja e ervilhaca/milho-R\$ 88,35), IV (trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho-R\$ 200,89), V (trigo/soja, trigo/soja, aveia preta/soja e ervilhaca/milho - R\$ 118,81) e VI (trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho-R\$ 216,48). Não há uma explicação plausível do porque da superioridade do sistema II sobre os demais. Na alta probabilidade de risco (100 %), o sistema IV obteve a maior renda líquida por hectare (R\$ 1.020,62), em relação aos sistemas I (R\$ 576,66), II (R\$ 652,08), III (R\$ 736,24), V (R\$ 627,06) e VI (R\$ 961,78). Esse resultado assemelha-se com o obtido para a análise da média variância, em relação ao sistema IV. Na análise da probabilidade acumulada da receita líquida do período 1990 a 1995, o sistema IV (trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho) apresentou, na baixa probabilidade (5 %), maior renda líquida/ha (R\$ 83,53), em comparação aos sistemas I (trigo/soja-R\$ 0,00), II (trigo/soja e ervilhaca/milho-R\$ 0,00), III (trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho-R\$ 6,36), V (trigo/soja, trigo/soja, aveia

branca/soja e ervilhaca/milho-R\$ 2,94), VI (trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho-R\$ 51,82) e VII (pousio/soja-R\$ 23,52) (Tabela 3). Na alta probabilidade de risco (100 %), o sistema V obteve maior renda líquida/ha (R\$ 1.296,43) do que os sistemas I (R\$

1.037,84), II (R\$ 1.292,65), III (R\$ 1.215,56), IV (R\$ 1.164,74), VI (R\$ 1.208,70) e VII (R\$ 868,24). Nesse caso, e nos dois períodos, não foi possível separar o mesmo sistema nos dois níveis de probabilidade de risco, para ser recomendado aos agricultores.

TABELA 3 - Distribuição de probabilidade acumulada da receita líquida (R\$ ha⁻¹), por hectare, em sistemas de rotação de culturas, no período de 1987 a 1989 e de 1990 a 1995. EMBRAPA-CNPT, Passo Fundo, RS

%	Sistema de rotação de culturas (1987 a 1989)*						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
0	56,93	129,97	0,00	0,00	0,00	28,13	
5	161,78	235,30	88,35	200,89	118,81	216,48	
10	181,62	255,23	119,34	240,09	143,12	252,12	
15	195,00	268,67	140,22	266,52	159,50	276,15	
20	231,67	305,51	197,49	338,97	204,43	342,03	
25	247,00	320,90	221,43	369,26	223,20	369,56	
30	256,73	330,69	236,63	388,50	235,13	387,05	
35	270,99	345,01	258,90	416,67	252,60	421,67	
40	281,34	355,41	275,06	437,12	265,28	431,26	
45	294,89	369,02	296,22	463,89	281,87	455,60	
50	306,40	380,58	314,19	486,62	295,97	476,27	
55	323,86	398,12	341,46	521,14	317,37	507,64	
60	344,72	419,07	374,04	562,34	342,92	545,11	
65	351,47	425,86	384,58	575,69	351,19	557,25	
70	361,01	435,44	399,48	594,53	362,88	574,38	
75	375,17	449,67	421,59	622,52	380,22	599,82	
80	393,79	468,37	450,67	659,30	403,03	633,26	
85	408,78	483,42	474,07	688,91	421,39	660,18	
90	430,10	504,84	507,36	731,04	447,51	698,49	
95	463,65	538,54	559,75	797,32	488,60	758,75	
100	576,66	652,08	736,24	1.020,62	627,06	961,78	

%	Sistema de rotação (1990 a 1995)						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	6,36	83,53	2,94	51,82	23,52
10	0,00	0,00	62,43	135,23	61,07	107,14	63,91
15	0,00	4,44	101,47	170,09	102,90	144,44	91,15
20	97,18	128,22	208,52	265,66	217,58	246,70	165,81
25	139,06	179,95	253,26	305,60	265,51	289,44	197,02
30	165,61	212,82	281,69	330,98	295,96	316,59	216,85
35	204,49	260,95	323,31	368,73	340,55	350,35	245,88
40	232,70	295,88	353,51	395,11	372,91	385,21	266,95
45	269,64	341,60	393,06	430,42	415,28	422,99	294,54
50	301,01	380,44	426,65	460,41	451,27	455,07	317,97
55	348,63	439,40	477,64	505,92	505,89	503,78	353,53
60	405,49	509,79	538,52	560,28	571,11	561,94	395,99
65	423,90	532,59	558,23	577,88	592,23	580,77	409,75
70	449,91	564,78	586,07	602,73	622,06	607,37	429,16
75	488,52	612,58	627,41	639,64	666,34	640,86	458,00
80	539,27	675,42	681,76	688,16	724,57	698,77	495,91
85	580,13	725,99	725,50	727,21	771,42	740,56	526,42
90	638,26	797,97	787,74	782,78	838,11	800,01	569,83
95	729,71	911,19	885,66	870,20	943,01	893,55	638,13
100	1.037,84	1.292,65	1.215,56	1.164,74	1.296,43	1.208,70	868,24

*Conforme Tabela 1.

Por esse método, a escolha da alternativa depende única e exclusivamente do nível de risco escolhido pelo tomador de decisão. AMBROSI et al. (2001) e SANTOS et al. (1999), trabalhando com sistemas de produção mistos (lavoura + pecuária) e com rotação de culturas, respectivamente, envolvendo a cultura de trigo, para a região de Passo Fundo,

RS, obtiveram dados similares para a distribuição de probabilidade acumulada da receita líquida.

Pela análise da dominância estocástica (Tabela 4) do período 1987 a 1989, o sistema IV (trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho) rendeu mais do que os demais sistemas estudados. Por sua vez, o sistema VI

(trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho) rendeu mais que os sistemas I (trigo/soja), II (trigo/soja), III (trigo/soja, aveia preta/soja e ervilhaca/milho) e V (trigo/soja, trigo/soja, aveia preta/soja e ervilhaca/milho); o sistema II rendeu mais, em relação aos sistemas I, III e V; o sistema III rendeu mais, em comparação aos sistemas I e V; e o sistema I rendeu mais do que o sistema V. Pelo resultado da análise da dominância estocástica do período 1990 a 1995, o sistema IV (trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho) rendeu mais, também, do que os demais sistemas (Tabela 4). Por outro lado, o sistema VI (trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho) rendeu mais, em relação aos sistemas I (trigo/soja), II (trigo/soja e ervilhaca/milho), III (trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho), V (trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho) e VII (pousio/soja); o sistema V rendeu mais, em comparação aos sistemas I, II, III e VII; o sistema III rendeu mais do que os sistemas I, II e VII; o sistema II rendeu mais, em relação aos sistemas I e VII; e o sistema VII rendeu mais, em comparação ao sistema I.

TABELA 4 - Dominância estocástica da receita líquida dos sistemas de rotação de culturas, no período de 1987 a 1989 e de 1990 a 1995. EMBRAPA-CNPT, Passo Fundo, RS

Sistema de rotação	Sistema de rotação (1987 a 1989)*					
	I	II	III	IV	V	VI
I	-	0	0	0	1	0
II	1	-	1	0	1	0
III	1	0	-	0	1	0
IV	1	1	1	-	1	1
V	0	0	0	0	-	0
VI	1	1	1	0	1	-

Sistema de rotação	Sistema de rotação (1990 a 1995)						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
I	-	0	0	0	0	0	0
II	1	-	0	0	0	0	1
III	1	1	-	0	0	0	1
IV	1	1	1	-	1	1	1
V	1	1	1	0	-	0	1
VI	1	1	1	0	1	-	1
VII	1	0	0	0	0	0	-

*Conforme Tabela 1.

A leitura deve ser feita no sentido horizontal; 0 (zero) significa que a tecnologia da linha é dominada pela da coluna e 1 (um) que a tecnologia da linha domina a da coluna.

Observa-se que o método de análise através da dominância estocástica mostrou maior nível de discriminação do que os métodos aplicados anteriormente e deve ser empregado, sempre que possível, para testar as novas recomendações aos agricultores, porque esse método oferece opções dentro de uma abrangência limitada (PORTO et al., 1982). Neste estudo, de seis (1987 a 1989) e sete sistemas (1990 a 1995), foi separado somente um sistema (IV), em ambos os períodos.

Por esse último método e nos dois períodos, foi possível separar o sistema IV (trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho, de 1987 a 1989, ou trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo, de 1990 a 1995) como o mais lucrativo e o de menor risco, para a região do Planalto Médio do RS. Esses resultados contrariam totalmente os dados obtidos por SANTOS et al. (2000) e por AMBROSI et al. (2001), que trabalharam com

sistemas de produção de grãos ou mistos (lavoura + pecuária), envolvendo a cultura de trigo, em que trigo/soja e ervilhaca/milho, de 1984 a 1989 e trigo/soja e aveia branca/soja, de 1990 a 1993 ou trigo/soja e aveia preta + ervilhaca pastejada/milho, respectivamente, com intervalo de um ano, proporcionaram o maior retorno econômico e o menor risco relativamente aos demais sistemas estudados.

Como o risco tende a atuar como impedimento, por parte dos agricultores, à adoção de práticas melhoradoras (MOUTINHO et al., 1978), este trabalho permite que seja escolhido o sistema de rotação de culturas como prática viável economicamente, em relação à monocultura trigo/soja e ao pousio de inverno.

Nos demais sistemas de rotação de culturas estudados, apesar de diversificados, ocorreram vários fatos que afetaram a receita líquida. No período de 1987 a 1989, os sistemas de rotação III e V, ao conterem duas culturas de cobertura de solo (aveia preta e ervilhaca), apresentaram receita líquida menor do que a dos sistemas IV e VI, que tinham somente uma cultura de cobertura (ervilhaca). No caso da ervilhaca, que antecedeu a cultura de milho, não foi usada adubação nitrogenada de cobertura na referida gramínea. Isso contribuiu para baratear os custos dos sistemas que usaram essa leguminosa como cultura de adubação verde.

No período de 1990 a 1995, em dois anos, o milho não foi colhido, devido à forte estiagem, em 1990, e à retirada de todas as espigas quando estas encontravam-se em estágio de grãos em massa, em 1993. Além disso, a aveia branca, igualmente, não foi colhida, devido à precipitação de granizo, em 1991. No período de 1993 a 1995, os sistemas de rotação IV e VI também continham duas culturas de cobertura de solo. Entretanto, em 1993, a ervilhaca, e em 1994 e em 1995, a aveia preta e a ervilhaca foram avaliadas em função de sua real contribuição para os sistemas, ou seja, o seu peso de matéria seca e a quantidade de nitrogênio aportada. Isso melhorou o desempenho de ambas espécies, na receita bruta, e conseqüentemente aumentou a receita líquida. A aveia preta poderia ser avaliada, ainda, por sua contribuição na engorda de animais, no período de inverno, desde que pastejada.

CONCLUSÕES

Os sistemas IV (trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho ou trigo/soja, girassol, aveia branca/soja e ervilhaca/milho) e VI (trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho ou trigo/soja, trigo/soja, girassol, aveia branca/soja e ervilhaca/milho) por apresentarem culturas produtoras de grãos, em sua maior extensão foram os mais rentáveis no ponto de vista agrícola do que os sistemas em monocultura ou que eram formados por duas culturas de cobertura de solo.

O sistema IV (trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho) é a melhor alternativa de produção, dos pontos de vista de rentabilidade e de menor risco.

ABSTRACT

Seven crop rotation systems were assessed from 1987 to 1995. The following systems were evaluated: system I (wheat/soybean); system II (wheat/soybean and common vetch/corn, from 1990 to 1995); system III (wheat/soybean, oats/soybean, and common vetch/corn); system IV (wheat/soybean, white oats/soybean, flax/soybean, and common vetch/corn, from 1987 to 1989, and wheat/soybean, sunflower/soybean, white oats/soybean, and common vetch/corn, from 1990 to 1995); system V (wheat/soybean, wheat/soybean, oats/soybean, and common vetch/corn); system VI (wheat/soybean,

wheat/soybean, white oats/soybean, flax/soybean, and common vetch/corn, from 1987 to 1989, and wheat/soybean, wheat/soybean, sunflower/soybean, white oats/soybean, and common vetch/corn, from 1990 to 1995); and system VII (winter fallow/soybean, from 1990 to 1995). Two types of analysis were applied to the net return of systems: mean-variance and risk analysis. From 1987 to 1989, by the mean-variance analysis, systems IV and VI showed higher net returns, as compared to systems I, II, III and V. From 1990 to 1995 by the stochastic dominance method, system IV showed to be the best production alternative to be offered to farmers, from both profit and lower risk standpoints.

Key words: costs, net return, mean-variance, stochastic dominance, production system.

REFERÊNCIAS

- AITA, C.; CERETTA, C.A.; THOMAS, A.L.; PAVINATO, A.; BAYER, C.. Espécies de inverno como fonte de nitrogênio para milho no sistema de cultivo mínimo e feijão em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, n.1, p.101-108, 1994.
- AMBROSI, I.; FONTANELI, R.S. Análise de risco de quatro sistemas alternativos de produção de integração lavoura/pecuária. **Teoria e Evidência Econômica**, Passo Fundo, v.2, n.3, p.129-148, 1994.
- AMBROSI, I.; SANTOS, H.P. dos; FONTANELI, R.S.; ZOLDAN, S.M.. Lucratividade e risco de sistemas de produção de grãos combinados com pastagens de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.10, p.1213-1219, 2001.
- CRUZ, E.M. da. Aspectos teóricos sobre incorporação de risco em modelos de decisão. In: CRUZ, E.M. da. **Risco em modelos de decisão na agricultura**. Brasília: EMBRAPA-DEP, 1984. p.13-33. (EMBRAPA-DEP. Documentos,15).
- CRUZ, E.M. da. Aspectos teóricos sobre incorporação de risco em modelos de decisão. In: CONTINI, E., ARAÚJO, J.D. de, OLIVEIRA, A.J. de, GARRIDO, W.E. **Planejamento da propriedade agrícola: modelos de decisão**. 2.ed.rev. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. p.237-260. (EMBRAPA-DEP. Documentos, 7).
- CRUZ, F.R. da. **PACTA - Programa de avaliação comparativa de tecnologias alternativas: guia do usuário, versão 2**. Brasília: EMBRAPA-DDM, 1980. 7p.
- DERPSCH, R. Adubação verde e rotação de culturas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO, 3., 1985, Ponta Grossa. **Anais...** Castro: Fundação ABC, 1985. p.85-104.
- DIJKSTRA, F. A integração agricultura-pecuária no plantio direto. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.63, p.1-2, set. 1993.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- MOUTINHO, D.V., SANDERS JUNIOR., J.H., WEBER, M.T. Tomada de decisão sob condições de risco em relação à nova tecnologia para a produção de feijão de corda. **Revista de Economia Rural**, Brasília, v.16, n.4, p.41-58, out./dez. 1978.
- PORTO, V.H. da F.; CRUZ, E.R. da; INFELD, J.A. Metodologia para incorporação de risco em modelos de decisão usados na análise comparativa entre alternativas: o caso da cultura do arroz irrigado. **Revista de Economia Rural**, Brasília, v.20, n.2, p.193-211, abr./jun. 1982.
- SANTOS, H.P. dos; AMBROSI, I.; LHAMBY, J.C.B. Análise de risco em quatro sistemas de rotação de culturas para trigo, num período de dez anos, em Passo Fundo, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.4, p.519-526, 1999.
- SANTOS, H.P. dos; AMBROSI, I.; LHAMBY, J.C.B. et al. Análise de risco de sistemas de rotação de culturas com triticales, sob sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.4, p.375-383, 1998.
- SANTOS, H.P. dos; AMBROSI, I.; WOBETO, C. Risco de sistemas de rotação de culturas de inverno e verão, sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.1, p.37-42, 2000.
- SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M.; DERPSCH, R. Rotação de culturas. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT/FUNDACEP FECOTRIGO/Fundação ABC/Aldeia Norte, 1993. p.85-103.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de Fertilidade do Solo - RS/SC. **Recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 3.ed. Passo Fundo, 1995. 223p.